

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-046284

(43)Date of publication of application : 12.02.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/16

B41J 2/045

B41J 2/055

(21)Application number : 2000-236282

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 03.08.2000

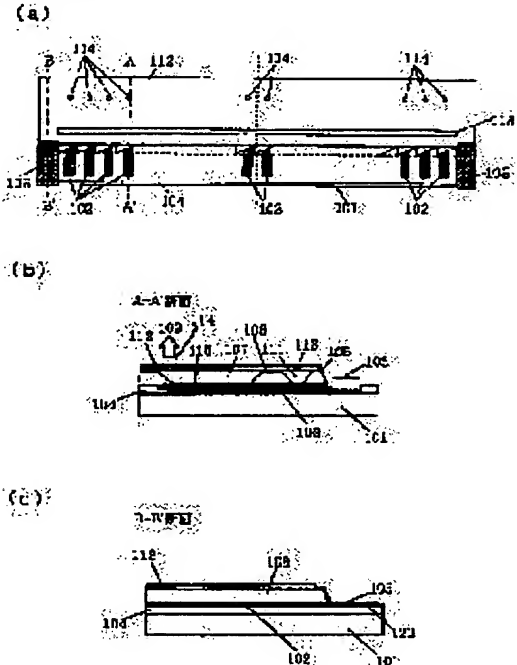
(72)Inventor : AZUMI JUNICHI

(54) METHOD FOR FORMING SOLID STATE MASK, INK JET HEAD MANUFACTURED BY THAT METHOD AND IMAGING APPARATUS COMPRISING INKJET HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for forming a solid state mask in which the work time required for alignment is shortened by ensuring alignment between a mask and a substrate.

SOLUTION: In the method for forming a solid state mask by previously forming a desired pattern for a solid state mask, applying the solid state mask tightly to a substrate, and forming a film through the solid state mask thereby obtaining the desired pattern on the substrate, a protrusion is provided on the solid state mask and fitted with the substrate being subjected to film formation or etching and then the position is adjusted by a positioning groove made in the substrate.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-46284
(P2002-46284A)

(43)公開日 平成14年2月12日(2002.2.12)

(51)Int.Cl.⁷

B 4 1 J 2/16
2/045
2/055

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

データベース(参考)

1 0 3 H 2 C 0 5 7
1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-236282(P2000-236282)

(22)出願日 平成12年8月3日(2000.8.3)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 安住 純一

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

Fターム(参考) 2C057 AF93 AG54 AP02 AP34 AP52
AP53 AP56 AP77 AQ02 BA04
BA15

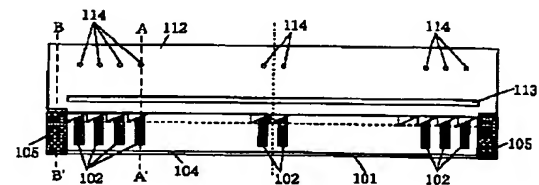
(54)【発明の名称】 固体マスク成膜法、該成膜法により製造されたインクジェットヘッド及び該インクジェットヘッドを用いた画像形成装置

(57)【要約】

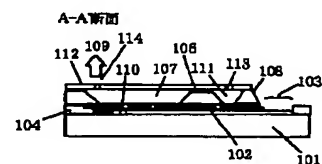
【課題】 マスク材と基板とのアライメント性を確保しつつアライメントに要する作業時間を短くする固体マスク成膜法を提供する。

【解決手段】 固体マスクに対し、予め所望のパターンを形成するとともに、該固体マスクと基板を密着させ、その固体マスクを介して成膜することで基板に所望のパターンを得る固体マスク成膜法において、前記固体マスクに突起を設け、該突起に前記成膜またはエッチングされる基板を嵌合せしめた後に、前記基板に設けた位置合わせ用溝により位置調整を行う。

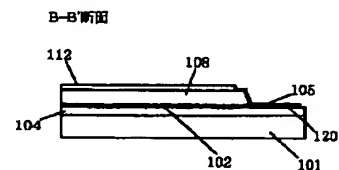
(a)



(b)



(c)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体マスクに対し、予め所望のパターンを形成するとともに、該固体マスクと基板を密着させ、その固体マスクを介して成膜することで基板に所望のパターンを得る固体マスク成膜法において、前記固体マスクに突起を設け、該突起に前記成膜またはエッチングされる基板を嵌合せしめた後に、前記基板に設けた位置合わせ用溝により位置調整を行うことを特徴とする固体マスク成膜法。

【請求項2】 請求項1に記載の固体マスク成膜法において、複数の機能素子が形成される基板として、主表面が面方位（1、0、0）または（1、1、0）からなる単結晶シリコンウエハが用いられていることを特徴とする固体マスク成膜法。

【請求項3】 請求項2に記載の固体マスク成膜法において、前記単結晶シリコンウエハの基板は主表面が面方位（1、0、0）または（1、1、0）からなる単結晶シリコンウエハを複数枚張り合わせてなることを特徴とする固体マスク成膜法。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法において、前記単結晶シリコンウエハの基板に形成した位置合わせ用溝は異方性ウエットエッチングを用いて形成されていることを特徴とする固体マスク成膜法。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法において、前記固体マスクとしては単結晶シリコンウエハが用いられていることを特徴とする固体マスク成膜法。

【請求項6】 請求項1乃至4のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法において、前記固体マスクとしては酸化珪素を複数枚の単結晶シリコンウエハで挟み込んだ基板が用いられていることを特徴とする固体マスク成膜法。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法において、前記単結晶シリコンウエハの基板に形成した固体マスクの開口パターン及び突起は異方性ウエットエッチングを用いて形成したことを特徴とする固体マスク成膜法。

【請求項8】 請求項1乃至8のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法を用いて製造されたことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項9】 請求項8に記載のインクジェットヘッドを用いたことを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、固体マスクを用いた成膜及びエッチングによるパターン形成及び加工に関するもので、特に、固体マスクと被加工物である基体とのアライメントに関し、更には斯かる成膜法を応用することにより製造されるインクジェットヘッド及び該イン

クジェットヘッドを用いた画像形成装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 基板上へ所望の膜を真空蒸着法、スパッタ成膜法などにより成膜し、所望のパターンを形成する技術としては、従来、エッチング法、リフトオフ法、マスク成膜法等の方法が存在している。エッチング法は、基板全面へ特定の膜を成膜し、その成膜面へフォトリソストなどで残したいパターン形状をマスキングし、マスキングされていない領域のその膜をエッチングし除去した後、マスキング材を除去することにより所望のパターンを得る方法である。また、リフトオフ法は、膜を付けない領域にレジスト等の犠牲層を形成し、その後、所望の膜を真空蒸着法、スパッタ成膜法などにより全面に成膜し、予め形成しておいたレジスト等の犠牲層を除去することで所望のパターンを得る方法である。更に、マスク成膜法は、SUS、Ni等金属などからなるマスク材に対し、予め所望のパターン形状をくりぬいておき、そのマスク材と基板を密着させ、そのマスク材を通して真空蒸着法、スパッタ成膜法などで成膜することで所望のパターンを得る方法である。

【0003】ところで、近年インクジェットヘッド技術においては、カラー化の趨勢に伴い、ヘッドの高精度、高密度化が要求されている。これに適するヘッドとして静電ヘッドが知られている。一般に静電ヘッドは、半導体の製造と似たプロセスで製造されるわけであるが、このような静電ヘッドに代表される立体構造を有する構造体にレジストを均一にコーティングすることは非常に困難であるという問題がある。特に、静電インクジェットの加圧液室等は、表面に対して垂直な壁からなっているのが一般的であるため、垂直な壁にレジストをコーティングすることは極めて困難である。このような特殊な構造体に、レジストを用いるプロセスからなるエッチング法やリフトオフ法を用いて構造体に成膜するのでは、制御良くかつ歩留りの良い成膜を行うことは困難である。一方、マスク成膜法はレジストを用いることなく構造体を形成できるので、インクジェットヘッドのような立体構造体への成膜には特に適している。ところで、上述のマスク成膜法において管理すべき第1の事項として、マスク材と基板とのアライメント性、及びマスク材と基板との密着性がある。マスク材と基板とのアライメント性に関してはマスク材と基板とをそれぞれ真空チャックすることで仮固定し、光学顕微鏡をもって位置合わせし、位置があった所でマスク材側の真空チャックを開放することでアライメントする方法と、基板を位置出しされた所定の治具に突き当てて固定し、その治具に設けられたガイドをもってマスク材を固定する方法等がある。次に、マスク成膜法において管理すべき第2の事項として、マスク材と基板との密着性が挙げられる。真空蒸着法、スパッタ成膜法等は蒸着源（ターゲット）から方向

性をもって成膜されるため、マスク材が厚いと陰になる領域が大きくなる。それを避けるため及びパターン精度の高いマスク材を得るために、マスク材としては一般的に薄いものを用いる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来のマスク成膜法によれば、以下のような問題があった。

(1) マスク成膜法において管理すべき第1の事項で述べたように、マスク材と基板とをそれぞれ真空チャックすることで仮固定し、光学顕微鏡をもって位置合わせし、位置があった所でマスク材側の真空チャックを開放することでアライメントする方法によれば、高精度でのアライメントが可能であるが、アライメントを行うための特殊装置が必要であり、後者と比べるとアライメントに要する時間は多くかかる。その反対に、基板を位置出しされた所定の治具に突き当てて固定し、その治具に設けられたガイドをもってマスク材を固定する方法によれば、アライメント精度が落ちるが、アライメント時間は短くすることができる。特に、本発明の応用技術である静電インクジェットヘッドの製作にあたっては、Siを用いた半導体プロセスを用いており、微細加工を施している構造体であるため、精度の良いアライメントが要求される。

(2) マスク成膜法において管理すべき第2の事項で述べたように、マスク材として薄いものを用いる場合、一度使用するとマスク材の表面に成膜された膜により、マスク材のそりが生じてしまう。また、使用頻度が増すことでマスク材の歪みもでてきてしまうという問題がある。このため、マスク材のそりや歪みを押さえるためにマスク材パターンより大な開口パターンが加工されている厚手の板材を重石として使用することもできるが、更に重石を固定するための方法に問題が残る。即ち、重石を固定するための方法としてはビス止め、クランピングなどがあるが、これらの方法で重石を均一に固定するのは容易でないため、重石と凹凸のある基板表面との間にある薄いマスク材を均一に張ることはさらに困難となるという問題が新たに発生してしまう。従って、本発明の第1の目的は、上記問題を解決することに主眼を置き、インクジェットヘッドに拘らず、レジストを使えないような立体構造部分を持つ構造体において、マスク材と基板とのアライメント性を確保しつつアライメントに要する作業時間を短くするマスク成膜法を提供することにある。また、本発明の第2の目的は、マスク材と基板との密着性を確保し、高いマスクパターン精度を得ることで、そりや歪みが発生しにくいマスク材を提供することにある。更に、本発明の第3の目的は、前記1及び2の技術を応用することで、具体的に静電インクジェットヘッドを製造するのに適した技術を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、請求項1の発明では、固体マスクに対し、予め所望のパターンを形成するとともに、該固体マスクと基板を密着させ、その固体マスクを介して成膜することで所望のパターンを得る固体マスク成膜法において、前記固体マスクに突起を設け、該突起に前記成膜またはエッチングされる基板とを嵌合せしめた後に、前記基板に設けた位置合わせ用溝により位置合わせを行うことを特徴とする固体マスク成膜法を提供するものである。請求項2の発明では、請求項1に記載の固体マスク成膜法において、複数の機能素子が形成される基板の主表面が面方位(1、0、0)または(1、1、0)からなる単結晶シリコンウエハが用いられていることを特徴とする固体マスク成膜法を提供するものである。請求項3の発明では、請求項2に記載の固体マスク成膜法において、前記単結晶シリコンウエハの基板は主表面が面方位(1、0、0)または(1、1、0)からなる単結晶シリコンウエハを2枚張り合わせてなることを特徴とする固体マスク成膜法を提供するものである。請求項4の発明では、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法において、前記単結晶シリコンウエハの基板に形成した位置合わせ用溝は異方性ウエットエッチングを用いて形成したことを特徴とする固体マスク成膜法を提供するものである。

【0006】請求項5の発明では、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法において、前記固体マスクとしては単結晶シリコンウエハが用いられていることを特徴とする固体マスク成膜法を提供するものである。請求項6の発明では、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法において、前記固体マスクとしては酸化珪素を2枚の単結晶シリコンウエハで挟み込んだ基板が用いられていることを特徴とする固体マスク成膜法を提供するものである。請求項7の発明では、請求項1乃至6のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法において、前記単結晶シリコンウエハの基板に形成した固体マスクの開口パターン及び突起は異方性ウエットエッチングを用いて形成したことを特徴とする固体マスク成膜法を提供するものである。請求項8の発明では、請求項1乃至7のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法を用いて製造されたことを特徴とするインクジェットヘッドを提供するものである。請求項9の発明では、請求項8に記載のインクジェットヘッドを用いたことを特徴とする画像形成装置を提供するものである。

【0007】

【作用】請求項1の発明によれば、固体マスクに対し、予め所望のパターンを形成するとともに、該固体マスクと基板を密着させ、その固体マスクを介して成膜することで所望のパターンを得る固体マスク成膜法において、前記固体マスクに突起を設け、該突起に前記成膜またはエッチングされる基板とを嵌合せしめた後に、前記基板

に設けた位置合わせ用溝により位置合わせを行うこととする請求項2の発明は、請求項1に記載の固体マスク成膜法において、複数の機能素子が形成される基板の主表面が面方位(1、0、0)または(1、1、0)からなる単結晶シリコンウエハが用いられていることとする。請求項3の発明は、請求項2に記載の固体マスク成膜法において、前記単結晶シリコンウエハの基板は主表面が面方位(1、0、0)または(1、1、0)からなる単結晶シリコンウエハを2枚を張り合わせることとする。請求項4の発明は、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法において、前記単結晶シリコンウエハの基板に形成した位置合わせ用溝は異方性ウエットエッチングを用いて形成することとする。請求項5の発明は、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法において、前記固体マスクとしては単結晶シリコンウエハが用いられていることとする。請求項6の発明は、請求項1乃至5のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法において、前記固体マスクとしては酸化珪素を2枚の単結晶シリコンウエハで挟み込んだ基板が用いられていることとする。請求項7の発明は、請求項1乃至6のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法において、前記単結晶シリコンウエハの基板に形成した固体マスクの開口パターン及び突起は異方性ウエットエッチングを用いて形成することとする。請求項8の発明は、請求項1乃至7のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法を用いて製造されたインクジェットヘッドを特徴とする。請求項9の発明は、請求項8に記載のインクジェットヘッドを用いた画像形成装置を特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図1(a)は本発明の成膜法により形成されたインクジェットヘッドの平面図であり、図1(b)、(c)は、各々図1(a)のA-A'断面図、B-B'断面図である。本インクジェットヘッドは、シリコン振動板110とその振動板の変位を受けてインクが圧力を受ける加圧液室107が形成されている加圧液室基板108と、電極基板101の2つの部分から構成されており、それら2枚の基板は、シリコンの直接接合法などの接合方法で張り合わされている。加圧液室基板108を構成する単結晶シリコン基板には、異方性ウエットエッチング等の手法で形成した個々のインクノズルに対応して、静電引力によって駆動するシリコン振動板110を備えた、やはり異方性エッチング等の手法で形成される加圧液室107と、そこへインクを供給するための共通液室111が形成されている。両者は異方性ウエットエッチング等の手法で形成した流路106によって連通されている。前記のように個々のインクノズルに対応した加圧液室107を構成しているシリコン振動板110は更に、電極基板101の個別電極102に対向して配置されている。

【0009】次に、電極基板101について順を追って説明する。図1中、101はn型またはp型の不純物原子が $1 \times 10^{14} / \text{cm}^3 \sim 5 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 含まれる単結晶シリコン基板である。通常は、面配向(1、0、0)の単結晶シリコン基板を用いるが、プロセスに応じて(1、1、0)、または(1、1、1)の単結晶シリコン基板を用いても何ら問題はない。更に、単結晶シリコン基板以外にパイレックス(登録商標)ガラス等基板材料としては特に限定されるものではない。102はシリコン振動板110を静電引力で引っ張るための個別電極である。個別電極102としてはAl、TiN、TiSi等を用いることができる。また、図示しないが、単結晶シリコン基板の導電型と異なる導電性不純物層を形成し、拡散電極としてもよい。104は熱酸化法、CVD法、スパッタ法により成膜した絶縁膜である。この絶縁膜104を、フォトリソグラフィ、エッチングにより加工、形成して、シリコン振動板110と個別電極102が形成された単結晶シリコン基板に対してギャップ(空隙)を形成する。このギャップを介して個別電極102と対向しているシリコン振動板110に電圧を印加することで静電引力を発生させる。絶縁膜104の膜厚はインクジェットヘッド駆動電圧等の動作特性を左右する設計パラメータであるので、インクジェットヘッドの動作仕様に応じて適切に選択される。103は電極基板に形成したパッドに外部から電圧を印加するFPCやワイヤーボンディング等の実装を行うために加圧液室基板108に開口した電極取り出し領域である。

【0010】次に、加圧液室基板108について順を追って説明する。インク液室を構成する単結晶シリコン基板には、異方性ウエットエッチング等の手法で形成した個々のインクノズル114に対応して、静電引力によって駆動するシリコン振動板110を備えた加圧液室107と、そこへインクを供給するための共通液室111とが形成されている。両者は異方性ウエットエッチング等の手法で形成した流路106によって連通されている。前記の様に個々のインクノズルに対応してインク液室を構成しているシリコン振動板110は更に電極基板101の個別電極102に対向して配置される。加圧液室基板108としてはシリコンウエハの表面へ $1 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度の高濃度層を形成し、その高濃度層を異方性エッチングで形成する加圧液室のストップ層として利用し、残った高濃度層を振動板として使う高濃度ドープ層振動板基板を用いてもよいし、シリコン薄膜振動板110と加圧液室を形成する基板とがそれぞれ一般に $0.2 \sim 2 \mu\text{m}$ の酸化珪素を挟んだ構造をしているSOI(Silicon On Insulator)基板を用いても構わない。図1(c)に示されている通り、105はシリコン振動板110から個別電極102と同一方向に延びた振動板電極引出しパッド部120に形成した振動板電極パッドであり、外部から電圧を印加するFPCや、ワイヤーボンディング等

の実装を行うために形成されている。振動板電極パッド105としては、成膜後熱処理（以後シンタリングと称する）を施すことなく、シリコンとオーミックが得られるAu、材料費が比較的安価なAlもしくはAlに1%程度のシリコンを加えたようなAlを主成分とする材料Mo、Ti、Ta、W等の高融点を示す耐熱性材料Ni、Zr、TiN等耐アルカリ性を示し、加圧液室の親水化（接液）処理材料として有効な金属等を用いることができる。振動板電極パッド105は、個別電極102と加圧液室基板108との間の高さに位置した所にせり出した振動板電極引出しパッド部120上から加圧液室基板108にかけて覆うように形成されている。振動板電極引出しパッド部120は実用上個別電極102から1〜30 μ mの間に設定される。例えば、振動板電極引出しパッド部120厚さ3 μ m、振動板電極パッド105厚さ1 μ m、振動板110と個別電極102間の空隙（スペース）を0.3 μ mとすると、個別電極102表面から振動板電極引出しパッド部120表面までの距離は約4.3 μ mと設定できる。

【0011】振動板電極パッド105の形成方法として、フォトレジストプロセスを用いるには、加圧液室基板108表面と振動板電極パッド105と100 μ m程度以上の段差があり、フォトレジストを、凹凸のある加圧液室基板108表面を全て覆うように塗るのは困難である。このような構成の基板に対しては、成膜材料の回り込みを見越した固体マスクでの成膜が実用的である。固体マスクとしては、数十ミクロン厚さのNi板をエッチングや、レーザーでパターン加工したものや、SUS材を機械加工で加工したものを用いることができる。また、それ以外に単結晶シリコンウエハを異方性エッチングなどの方法を用いて製作したものを用いることができる。尚、このマスクに関しては後で詳細に述べることとする。個別電極102と振動板電極パッド105とでは1〜30 μ mの段差しかないため、電極の引出しを、FPCやワイヤーボンディング等で同時に実行することができる。FPCの場合は、1枚のFPCで異方性導電膜を介し実行することができ、ワイヤボンディングの場合は、個別電極102と振動板電極パッド105とで高さ調整をすることなく連続でボンディングすることができる。振動板電極引出しパッド部120は、シリコン振動板110厚さと同じ厚さにした。同じ厚さに設定することで、シリコン振動板110を形成するのと同様の加工ができ、工程の簡略化につながる。また、シリコン振動板電極引出しパッド部120は、シリコン振動板110の一部を利用することによって、同一材質（材料、導電型、比抵抗など）に設定することができる。112は加圧液室基板108に形成した加圧液室107及び共通液室111各々の蓋となるインク吐出用ノズル114を含む液室蓋部材である。液室蓋部材112には、共通液室111へインクを供給するためのインク供給口113

と、静電引力により駆動することで生じるシリコン振動板110変位で加圧された加圧液室内インクが排出されるためのインク吐出用ノズル114が設けられている。この液室蓋部材112の材料としては、ステンレス、ニッケルなどの金属、DFR（ドライフィルムレジスト）等の樹脂、シリコンウエハ等及びそれらの組み合わせからなるものを用いることができる。インクは、図1

(b)に示すように、インクノズル114を通して電極基板101の法線方向である図上109方向に吐出される。ここで、本発明の要旨である単結晶シリコンウエハを用いた固体マスクの実施例を図面に基づいて説明する。図2は一枚の単結晶シリコンウエハ201を異方性エッチングを用いて加工した固体マスクでの例である。

【0012】図2(a)に示すように、一枚の単結晶シリコンウエハ201の表面にエッチングのマスク材202として、酸化珪素膜または窒化珪素膜を形成する。酸化珪素膜は熱酸化、プラズマCVD法等の手法で形成することができる。熱酸化で形成した膜は、単結晶シリコンウエハ表面を酸化したものであり、密着性の面でもっとも良好な膜である。窒化珪素膜はLPCVD、プラズマCVD法等の手法で形成することができる。窒化珪素膜は、酸化珪素膜に比較しシリコンをウェットエッチングするためのアルカリ、酸各エッチャントのほとんどでエッチングレートは低いのでエッチングマスクとしてはより有効である。図2(b)には、開口部を設けるためのエッチング窓203を開口した後の状態が示されている。マスク材のエッチング窓203形成は、フォトレジストを用いたフォトリソとマスク材のウェットエッチングを行うことで行われる。マスク材として酸化珪素膜を用いる場合は、緩衝弗化水溶液を用いてエッチングすることができる。図2(c)は、図2(b)で形成したマスク材202パターンを利用し、単結晶シリコンウエハ201を、アルカリ性溶液KOH、NaOHやTMAH（テトラメチルアンモニアヒドロキシド）を用いたウェットエッチングにて単結晶シリコンウエハ201のSB面（図2(d)参照）まで貫通するように形成する。このようなアルカリ性溶液を用いて単結晶シリコンをエッチングした場合、各結晶面のエッチングレートは

(1、1、1)面が、(1、0、0)面、(1、1、0)面と比較し非常に遅いことが判っており、(1、1、1)面は、ウェットエッチングする上でのストップ面としての役割を果たす。従って、エッチングで形成される側面は主に(1、1、1)面からなる。これを利用してマスク材を形成する。例えば、必要なマスク開口幅をY、単結晶シリコンウエハ201厚さをt、単結晶シリコンウエハ201をエッチングするためのマスク材202の幅をXとした場合、単結晶シリコンウエハ201の主要面の結晶面が(1、0、0)面を有したウエハを用いると、 $t = (X - Y) / 2 \cdot \tan 54.7^\circ$ の関係を持って製作することができる。また、単結晶シリコン

ウエハ201の主要面の結晶面が(1、1、0)面を有したウエハを用いると、 $t = (X - Y) / 2 \cdot 90^\circ$ と、 $t = (X - Y) / 2 \cdot \tan 35.3^\circ$ との関係を持つ面を含むエッチング面からなる加工をすることができる。図2(d)に示すように、最期に単結晶シリコンウエハ201のウエットエッチングで用いた表面のマスク材202を除去して固体マスクが形成される。

【0013】図3には、酸化珪素膜303を、2枚の単結晶シリコンウエハ301、302で挟み込んだ基板を異方性エッチングを用いて加工した固体マスクでの例が示されている。図3(a)に示されているように、酸化珪素膜303を2枚の単結晶シリコンウエハ301、302で挟み込んだ基板表面に、エッチングマスク材304として酸化珪素膜または窒化珪素膜を形成する。基板表面へ形成した酸化珪素膜は、熱酸化、プラズマCVD法等の手法で形成することができる。熱酸化で形成した膜は、単結晶シリコンウエハ301、302表面を酸化したものであり、密着性の点ではもっとも良好な膜である。窒化珪素膜はLP-CVD、プラズマCVD法等の手法で形成することができる。窒化珪素膜は、酸化珪素膜に比較しシリコンをウエットエッチングするためのアルカリ、酸各エッチャントのほとんどでエッチングレートは低いのでエッチングマスクとしてはより有効である。図3(b)には、開口部を設けるためのエッチング窓305を開口した後の状態が示されている。マスク材304のエッチング窓305形成は、フォトレジストを用いたフォトリソとマスク材304のウエットエッチングを行うことで形成する。マスク材304として酸化珪素膜を用いる場合は、緩衝弗化水溶液を用いてエッチングすることができる。図3(c)は、図3(b)で形成したマスク材304パターンを利用し、単結晶シリコンウエハ301、302をアルカリ性溶液KOH、NaOHやTMAH(テトラメチルアンモニウムヒドロキシド)を用いたウエットエッチングにて単結晶シリコンウエハ301、302のSA1面、SA2面からSB1面、SB2面(図3(a)参照)まで貫通するように形成する。このようなアルカリ性溶液を用いて単結晶シリコンをエッチングした場合、各結晶面のエッチングレートは(1、1、1)面が、(1、0、0)面、(1、1、0)面と比較し非常に遅いことが判っており、(1、1、1)面はウエットエッチングする上でのストップ層の役割を果たす。従って、エッチングで形成される側面は主に(1、1、1)面からなる。これを利用してマスク材を形成することができる。図3(d)に示すように、最期に単結晶シリコンウエハ301、302のウエットエッチングで用いた表面のマスク材304を除去して固体マスクが形成される。

【0014】図4には、単結晶シリコンウエハ401上に溝を形成するためのプロセスが示されている。これら溝形成部以外には用途に応じた各デバイスが形成されて

いることは言うまでもなく、それらデバイス製作プロセスの説明については、ここでは説明を省略するが、例えば、前文で紹介したインクジェットヘッドに用いることができる。図4(a)に示すように、一枚の単結晶シリコンウエハ401表面に、エッチングのマスク材402として酸化珪素膜または窒化珪素膜を形成する。酸化珪素膜は、熱酸化、プラズマCVD法等の手法で形成することができる。熱酸化で形成した膜は単結晶シリコンウエハ401表面を酸化したものであり、密着性の点でもっとも良好な膜といえる。窒化珪素膜はLP-CVD、プラズマCVD法等の手法で形成することができる。窒化珪素膜は酸化珪素膜に比較しシリコンをウエットエッチングするためのアルカリ、酸各エッチャントのほとんどでエッチングレートは低いのでエッチングマスクとしてはより有効である。図4(b)には、開口部を設けるためのエッチング窓403を開口した後の状態が示されている。マスク材のエッチング窓形成はフォトレジストを用いたフォトリソとマスク材のウエットエッチングを行うことで形成する。マスク材402として酸化珪素膜を用いる場合は緩衝弗化水溶液を用いてエッチングすることができる。

【0015】図4(c)に示すように、図4(b)で形成したマスク材402パターンを利用し、単結晶シリコン基板をアルカリ性溶液KOH、NaOHやTMAH(テトラメチルアンモニウムヒドロキシド)を用いたウエットエッチングにて単結晶シリコンウエハ401のSB面(図4(a)参照)まで貫通するように形成する。このようなアルカリ性溶液を用いて単結晶シリコンウエハ401をエッチングした場合、各結晶面のエッチングレートは(1、1、1)面が、(1、0、0)面、(1、1、0)面と比較し非常に遅いことが判っており、(1、1、1)面はウエットエッチングする上でのストップ層の役割を果たす。従って、エッチングで形成される側面は主に(1、1、1)面からなる。これを利用してマスク材402を形成する。例えば、必要なマスク開口幅をY、単結晶シリコンウエハ厚さをt、単結晶シリコンウエハをエッチングするためのマスク材幅をXとした場合、既に、図2で説明したように、単結晶シリコンウエハ401の主要面の結晶面が(1、0、0)面を有したウエハを用いると、 $t = (X - Y) / 2 \cdot \tan 54.7^\circ$ の関係を持って製作することができる。また、単結晶シリコンウエハの主要面の結晶面が(1、1、0)面を有したウエハを用いると、 $t = (X - Y) / 2 \cdot \tan 90^\circ$ と、 $t = (X - Y) / 2 \cdot \tan 35.3^\circ$ との関係を持つ面を含むエッチング面からなる加工をすることができる。図4(d)に示すように、最期に単結晶シリコンウエハ401のウエットエッチングで用いた表面のマスク材402を除去して嵌め合わせ溝が形成される。

【0016】図5には、図4の嵌め合わせ溝404を貫

通させない場合が示されている。貫通させないことで、被加工物の基板強度を貫通させた場合よりも大きくすることができる。製作方法としては図4と同じである。同じ厚さの被加工物に対して貫通させるか否かは、異方性エッチングのためのマスク材402の開口幅を変えるか、エッチング時間を制御することによってできる。また、図1に示したインクジェットヘッドは、酸化珪素膜を2枚の単結晶シリコンウエハで挟み込んだ基板を用いており、加圧液室基板108と電極基板101から構成されている。加圧液室基板108を構成する単結晶シリコン基板には、異方性ウェットエッチング等の手法で形成した個々のインクノズルに対応して、静電引力によって駆動するシリコン振動板110を備えた異方性エッチング等の手法で形成される加圧液室107と、そこへインクを供給するための共通液室111が形成されている。加圧液室107はインクノズル列に整合した位置に高密度で配列していることから単結晶シリコンウエハの異方性エッチングで単結晶表面に対して垂直な壁を作れる面方位(1、1、0)を主表面とする単結晶シリコンウエハを主に用いる。一方、電極基板101は用途に応じて面方位(1、0、0)または(1、1、0)を主表面とする単結晶シリコンウエハを用いることができる。これら2枚の単結晶シリコンを張り合わせたデバイスは、マイクロマシーン分野では良く見られ、2枚の単結晶シリコンウエハを表裏整合させながら貫通させることで、固体マスクの突起を嵌め合わせる際より深く突起を嵌め込めるので、固体マスクの固定がより安定して行うことができる。

【0017】図6は、被加工物602に真空蒸着やスパッタ成膜をもってパターン化された膜を形成するためのプロセスであって、単結晶シリコンウエハに加工した固体マスク601とを嵌め合わせて行っている。図6

(a)は嵌め合わせ構造を形成した固体マスク601と被加工物602である。固体マスク601としては図2で製作した単結晶シリコンウエハに加工したもので、被加工物602としては図4で製作した単結晶シリコンウエハに形成したものである。図6(b)は被加工物602に固体マスク601を嵌め合いにて密着させ、パターン整合を取っている。図6(c)は真空蒸着やスパッタ成膜をもって薄膜603を成膜している。図6(d)では固体マスク601をはずし、パターン形成ができる。図7は、被加工物702にRIE等のドライエッチングをもってパターン化するためのプロセスであって、単結晶シリコンウエハに加工した固体マスク701とを嵌め合わせて行っている。図7(a)は嵌め合わせ構造を形成した固体マスク701と被加工物702である。固体マスク701としては図2で製作した単結晶シリコンウエハに加工したものに熱酸化膜を形成したもので、被加工物702としては図4で製作した単結晶シリコンウエハに形成したものである。図7(b)は被加工物702

に固体マスク701を嵌め合いにて密着させ、パターン整合を取っている。図7(c)はRIE等のドライエッチングをもって単結晶シリコン基板を加工するエッチングガスとして、例えば、SF₆とH₂との混合ガスを用いれば酸化珪素膜のエッチングレートが小さいため、単結晶シリコンウエハで製作した固体マスク701はこのドライエッチングでは損傷ににくい。単結晶シリコンウエハで製作した固体マスク701は、シリコンのドライエッチングマスクとして用いることができる。図7(d)では固体マスク701をはずし、パターン形成が完了する。

【0018】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明の固体マスク成膜法、該成膜法により製造されたインクジェットヘッド及び該インクジェットヘッドを用いた画像形成装置によれば、以下のような効果を得ることができる。即ち、請求項1の発明によれば、固体マスクに対し、予め所望のパターンを形成するとともに、該固体マスクと基板を密着させ、その固体マスクを介して成膜することで所望のパターンを得る固体マスク成膜法において、前記固体マスクに突起を設け、該突起に前記成膜またはエッチングされる基板とを嵌合せしめた後に、前記基板に設けた位置合わせ用溝により位置合わせを行うこととしたので、アライメントに要する時間を短縮でき、生産能力を向上させることができる固体マスク成膜法を提供することができる。請求項2の発明によれば、請求項1に記載の固体マスク成膜法において、複数の機能素子が形成される基板の主表面が面方位(1、0、0)または

(1、1、0)からなる単結晶シリコンウエハが用いられていることとしたので、シリコン半導体プロセスが流用でき、機械加工では実現できない高精度な溝加工をすることができる固体マスク成膜法を提供することができる。請求項3の発明によれば、請求項2に記載の固体マスク成膜法において、前記単結晶シリコンウエハの基板は主表面が面方位(1、0、0)または(1、1、0)からなる単結晶シリコンウエハを2枚張り合わせることとしたので、溝深さを大きく取れ、マスクとの嵌め合わせが安定して確保できる固体マスク成膜法を提供することができる。請求項4の発明によれば、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法において、前記単結晶シリコンウエハの基板に形成した位置合わせ用溝は異方性ウェットエッチングを用いて形成することとしたので、溝開口面積によることなく深い溝加工が容易にできる固体マスク成膜法を提供することができる。

【0019】請求項5の発明によれば、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の固体マスク成膜法において、前記固体マスクとしては単結晶シリコンウエハが用いられていることとしたので、シリコン半導体プロセスが流用でき、機械加工では実現できない高精度なマスク開口パターンの加工ができる固体マスク成膜法を提供すること

ができる。請求項 6 の発明によれば、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の固体マスク成膜法において、前記固体マスクとしては酸化珪素を 2 枚の単結晶シリコンウエハで挟み込んだ基板が用いられていることとしたので、真空蒸着、スパッタ成膜及び R I E で用いる前記固体マスクとしては酸化珪素を 2 枚の単結晶シリコンウエハで挟み込んだ基板を用いることで、2 枚の単結晶シリコンウエハのうち 1 枚を固体マスク開口パターン形成用とし、もう一枚を嵌め合わせの突起形成用とすることができるとともに、酸化珪素面を被加工物と接する面にできるため、被加工物と接する固体マスク面は平面性が高くでき、被加工物に損傷を与えることを皆無にできる固体マスク成膜法を提供することができる。請求項 7 の発明によれば、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の固体マスク成膜法において、前記単結晶シリコンウエハの基板に形成した固体マスクの開口パターン及び突起は異方性ウエットエッチングを用いて形成することとしたので、固体マスク開口パターン及び突起の開口面積によることなく深く精度の良い加工が容易にできる固体マスク成膜法を提供することができる。請求項 8 の発明によれば、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の固体マスク成膜法を用いて製造されたインクジェットヘッドを特徴としたので、固体マスクアライメントに要する時間を短縮できるので、生産能力を向上させることができるインクジェットヘッドを提供することができる。請求項 9 の発明によれば、請求項 8 に記載のインクジェットヘッドを用いた画像形成装置を特徴としたので、固体マスクアライメントに要する時間を短縮できるので、生産能力を向上させることができる画像形成装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】(a) は本発明の成膜法により形成されたインクジェットヘッドの平面図であり、(b) は (a) の A-A' 断面図、(c) は (a) の B-B' 断面図である。

【図 2】(a) ~ (d) は本発明の成膜法において、一枚の単結晶シリコンウエハを異方性エッチングを用いて加工した固体マスクの例を説明する説明図である。

【図 3】(a) ~ (d) は本発明の成膜法において、酸化珪素膜を、2 枚の単結晶シリコンウエハで挟み込んだ基板を異方性エッチングを用いて加工した固体マスクでの例を説明する説明図である。

【図 4】(a) ~ (d) は本発明の成膜法において、単結晶シリコンウエハ上に溝を形成するためのプロセスを示す工程図である。

【図 5】(a) ~ (d) は本発明の成膜法において、図 4 の嵌め合わせ溝を貫通させない実施態様を説明する説明図である。

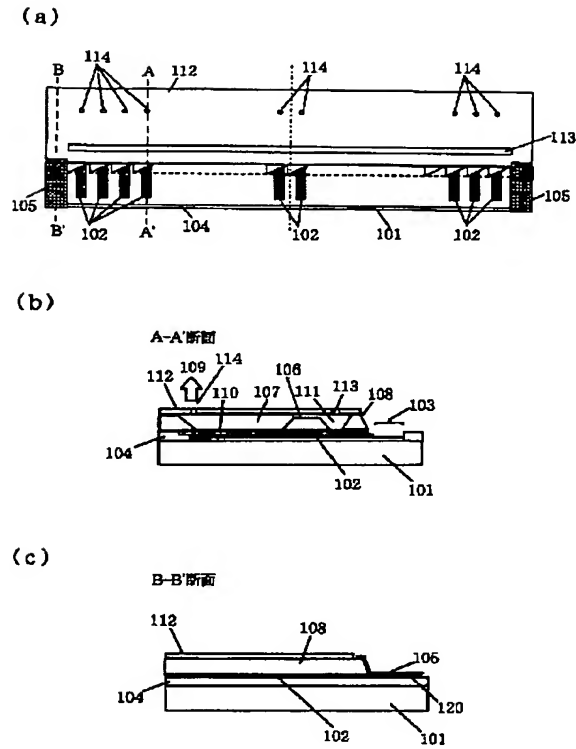
【図 6】(a) ~ (d) は本発明の成膜法において、被加工物に真空蒸着やスパッタ成膜をもってパターン化された膜を形成するためのプロセスを示す工程図である。

【図 7】(a) ~ (d) は本発明の成膜法において、被加工物に R I E 等のドライエッチングをもってパターン化するためのプロセスを示す工程図である。

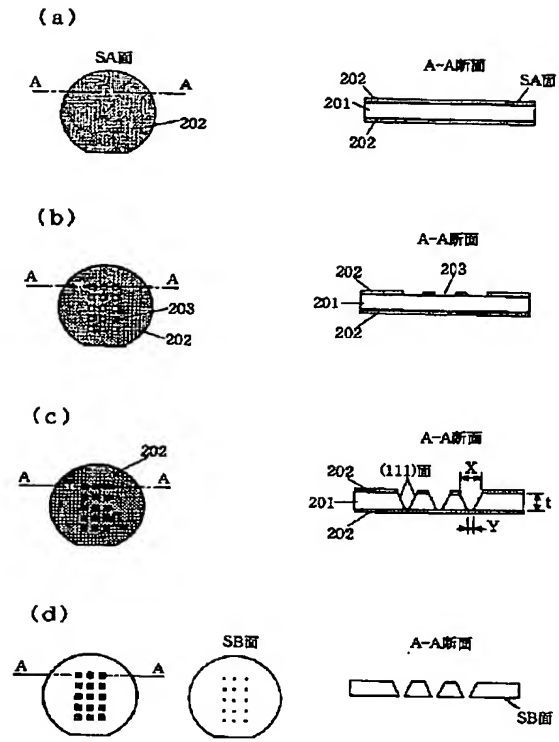
【符号の説明】

101 電極基板、102 個別電極、103 電極取り出し領域、104 絶縁膜、105 振動板電極パッド、106 流路、107 加圧液室 108 加圧液室基板、109 インク吐出方向、110 シリコン振動板、111 共通液室、112 液室蓋部材、113 インク供給口、114 インク吐出用ノズル、120 振動板電極引出しパッド部、201 単結晶シリコンウエハ、202 マスク材、203 エッチング窓、301 単結晶シリコンウエハ、302 単結晶シリコンウエハ、303 酸化珪素膜、304 エッチングマスク材、305 エッチング窓、401 単結晶シリコンウエハ、402 マスク材、403 エッチング窓、404 嵌め合わせ溝、601 固体マスク、602 被加工物、603 薄膜、701 固体マスク、702 被加工物

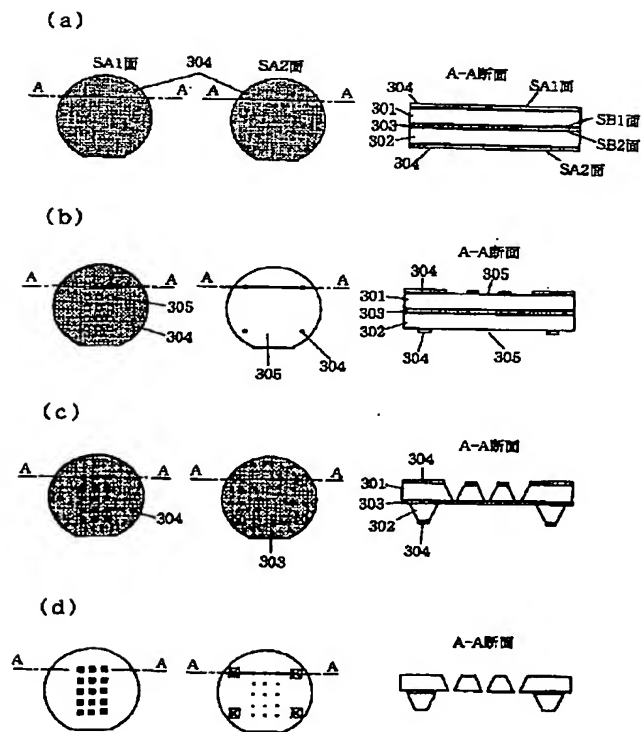
【図1】



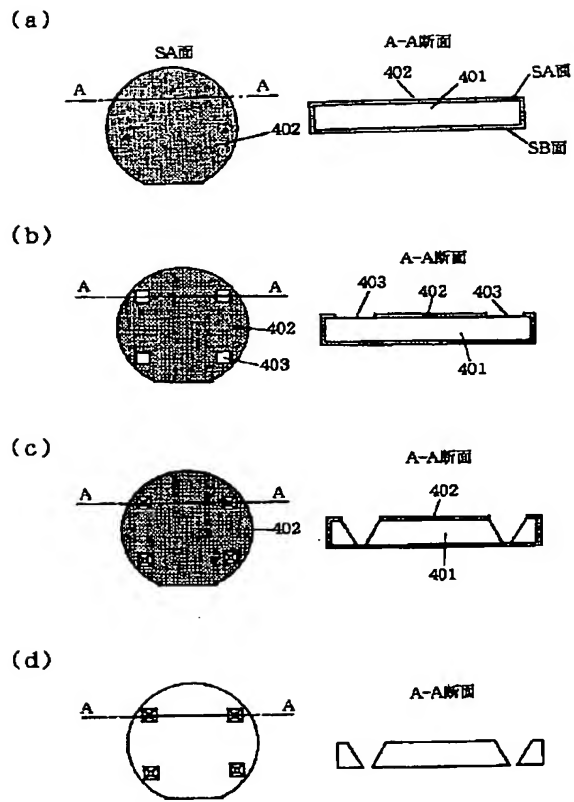
【図2】



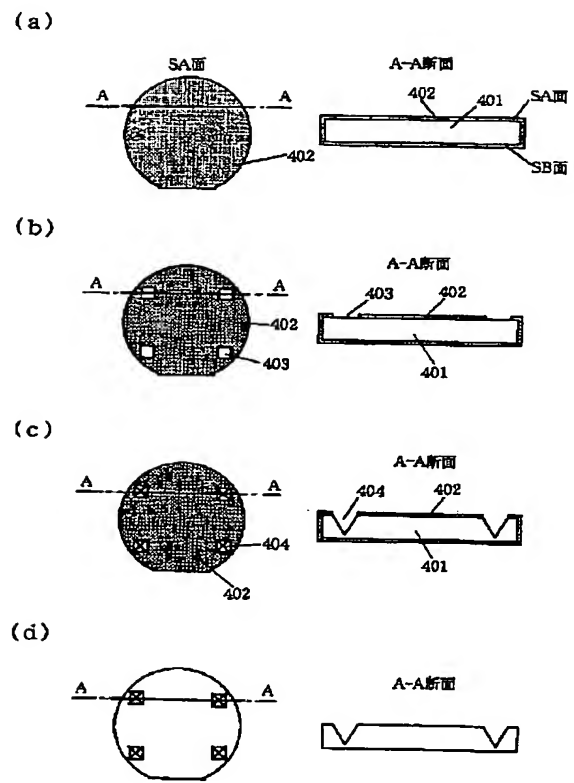
【図3】



【図4】

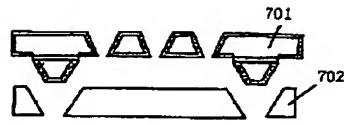


【図5】

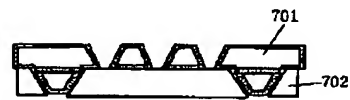


【図7】

(a)



(b)



(c)



(d)

